

**Сороочистное устройство для очистки аванкамеры
подкачивающей насосной станции от наносов**

**Николай Фёдорович Рыжко¹, Сергей Николаевич Рыжко¹, Евгений Александрович Шишенин¹,
Евгений Станиславович Смирнов¹, Анатолий Сергеевич Чуленев²**

¹Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Саратовская обл., г. Энгельс, Россия

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

e-mail: ryzhkonf@bk.ru

Аннотация. Целью работы является разработка, испытание и оценка эффективности работы сороочистного устройства на водозаборе подкачивающей насосной станции. В статье приводится анализ существующих конструкций водозаборов на насосных станциях оросительных систем Саратовской области. Дано краткое описание устройства и работы разработанного сороочистного устройства транспортёрного типа, смонтированного на водозаборе насосной станции № 4 Энгельсской ОС. Исследованиями установлены видовой состав и масса наноса, поступающего на решётку в течение поливного периода. При заполнении канала (20 мая) в аванкамере наблюдалась большая масса наноса в виде веток, стеблей и листьев растений. При первом поливе масса удаленного сухого наноса небольшая – 2-3 кг. При втором поливе масса наноса увеличивается до 14 кг. Максимальная масса наноса была удалена из аванкамеры при третьем и четвертом поливе (июль, август) и достигла 17, 21 и 24 кг соответственно. Кроме веток, стеблей и листьев наблюдалось большое количество водорослей, тины, ряски и незначительное количество бытового мусора. Время очистки аванкамеры перед транспортёром изменялось от 10 до 60 мин. Разработанное сороочистное устройство показало надёжную работу, позволило снизить трудовые затраты по очистке аванкамеры и обеспечило бесперебойную работу насосной станции в течение поливного периода. Разработаны предложения по дальнейшему совершенствованию сороочистного устройства.

Ключевые слова: оросительная система; насосная станция; аванкамера; сороочистное устройство; транспортёр; видовой состав наноса; масса наноса; период поливного сезона; трудовые затраты.

Для цитирования: Рыжко Н. Ф., Рыжко С. Н., Шишенин Е. А., Смирнов Е. С., Чуленев А. С. Сороочистное устройство для очистки аванкамеры подкачивающих насосных станций от наносов // Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С. 199–204. [http: 10.28983/asj.y2023i11pp199-204](http://10.28983/asj.y2023i11pp199-204).

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Magpie cleaning device for cleaning the pre-chamber of the pumping station from sediment

Nikolay F. Ryzhko¹, Sergey N. Ryzhko¹, Evgeny A. Shishenin¹, Evgeny S. Smirnov¹, Anatoly S. Chulenyov²

¹Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Saratov Region, Engels, Russia

²Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

e-mail: ryzhkonf@bk.ru

Abstract. The purpose of the work is to develop, test and evaluate the efficiency of the water treatment device at the water intake of the pumping station. The article provides an analysis of the existing designs of water intakes at pumping stations of irrigation systems of the Saratov region. A brief description of the device and operation of the developed conveyor-type water treatment device mounted on the water intake of the pumping station No. 4 of the Engels OS is given. Studies have established the species composition and mass of sediment entering the grid during the irrigation period. When filling the channel (May 20), a large mass of sediment in the form of branches, stems and leaves of plants was observed in the ante-chamber. At the first watering, the mass of the removed dry sediment is small – 2–3 kg. With the second watering, the weight of the sediment increases to 14 kg. The maximum mass of sediment was removed from the pre-chamber during the third and fourth watering (July, August), and reached 17, 21 and 24 kg. In addition to branches, stems and leaves, a large amount of algae, mud, duckweed and a small amount of household garbage were observed in it. The cleaning time of the ante-chamber in front of the





conveyor varied from 10 to 60 minutes. The developed water treatment device showed reliable operation, reduced labor costs for cleaning the ante-chamber and ensured the uninterrupted operation of the pumping station during the irrigation period. Proposals for further improvement of the water purification device have been developed.

Keywords: irrigation system; pumping station; an advance chamber; water treatment device; conveyor; sediment species composition; sediment mass; irrigation season period; labor costs.

For citation: Ryzhko N. F., Ryzhko S. N., Shishenin E. A., Smirnov E. S., Chulenyov A. S. Magpie cleaning device for cleaning the pre-chamber of the pumping station from sediment // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(11):199–204. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2023i11pp199-204>.

Введение. Орошаемое земледелие – важнейший фактор получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур в засушливых регионах России [1]. На оросительных системах Саратовской области, построенных в 70–80 гг. прошлого столетия, подача оросительной воды осуществляется по открытым каналам большой протяжённости [2] Так, длина основного канала Приволжской оросительной системы (ОС) от водозабора (с. Звонарёвка) до НС № 22 (ООО «Кривовское») составляет 57,5 км. На Энгельсской оросительной системе им. Ю.А. Гагарина длина канала от водозабора до НС № 6 (ООО «Липовское») – 25 км, а до НС № 10 – 13,5 км [3].

Оросительная вода, подающаяся по открытым каналам, подвержена засорению [4–7] как от наземных деревьев, кустарников и травы (ветки, стебли, листья, семена и др.), водной флоры и фауны (водоросли, тина, ряска, моллюск, остатки рыб и др.), а также бытового и строительного мусора (пластиковые бутылки, плёнка, обрезки досок и др.). Особенно много наноса скапливается в аванкамерах на тупиковых перекачивающих и подкачивающих насосных станциях.

Анализ особенностей насосных станций [3] позволил классифицировать их водозаборы (рис. 1) по способу подвода воды (транзитный, тупиковый); виду водозабора (трубчатый, аванкамерный); числу камер водозабора (одно камерный и многокамерный); способу установки решёт грубой очистки (вертикально, наклонно); типу дополнительной очистки (сетка-рабица, мелкие решётки зерноочистителей); типу расположения полос на решетке (вертикальные, горизонтальные).

На рис. 2 показана классификация основных способов очистки оросительной воды [3]. Для снижения попадания наносов в насосные агрегаты в аванкамерах монтируются в основном решётки, на которые могут дополнительно устанавливать сетку-рабицу.

Оператору насосной станции в поливной период приходится постоянно проводить очистку решёток от наносов с использованием граблей (вилы с загнутыми концами). Эта работа очень трудоёмкая и требует много времени. При несвоевременной очистке решёт наносы попадают в насосные агрегат, закрытую оросительную сеть и дождевальные машины, что приводит к быстрому засорению фильтров или если их удаляют, то засоряются дождевальные насадки [8, 9]. При этом значительно снижается равномерность полива и наблюдается недобор урожая сель-



Рис. 1. Классификация водозаборов насосных станций

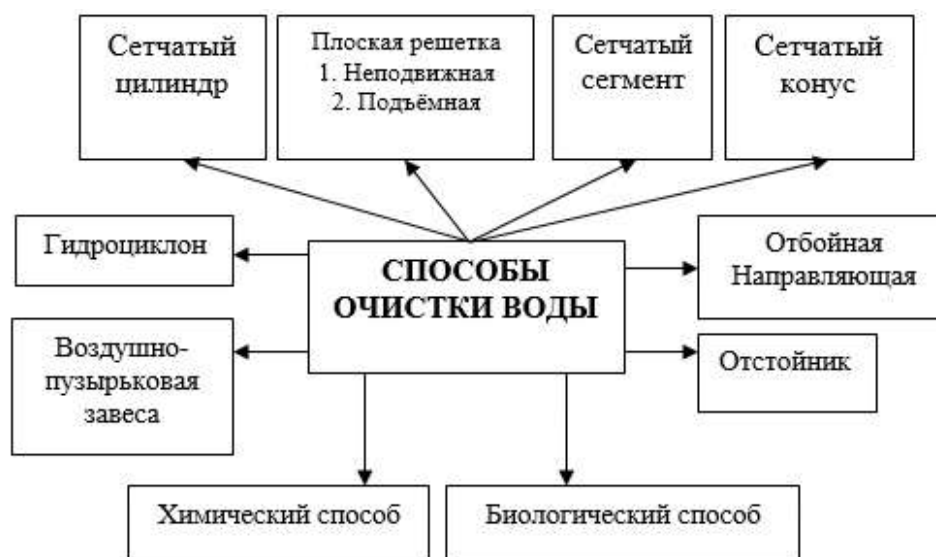


Рис. 2. Классификация основных способов очистки оросительной воды

скохозяйственных культур. Попадание больших веток в насосный агрегат вызывает заклинивание рабочего колеса. В результате требуется его разборка и ремонт агрегата, что приводит к срыву поливов.

Значительное засорение решёт может вызвать снижение уровня воды в аванкамере, что не позволяет включить проектное число насосов и, кроме того, перерасход электрической энергии на полив, кавитацию и вибрацию агрегата [6]. Очистка оросительной воды от наносов – важное условие эффективной работы насосных станций и орошаемых участков. Цель работы – разработка, испытание и оценка эффективности работы сороочистного устройства на водозаборе подкачивающей насосной станции.

Методика исследований. Для очистки решет в аванкамере подкачивающей насосной станции № 4 Энгельсской ОС в ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» разработано и смонтировано сороочистное устройство транспортёрного типа.

Сороочистное устройство (рис. 3) состоит из цепочного транспортёра 1, который монтируется на сороудерживающую решётку 2. На поперечных планках 3 транспортёра 1 наварены очистные скребки 4. Транспортёр 1 смонтирован на прямоугольной раме 5, выполненной из квадратной трубы 80×80 мм. Привод включает мотор-редуктор 6 с электродвигателем мощностью 0,75 кВт, передаточное отношение 1:50. При оборотах электродвигателя 1500 мин⁻¹. обороты на выходе

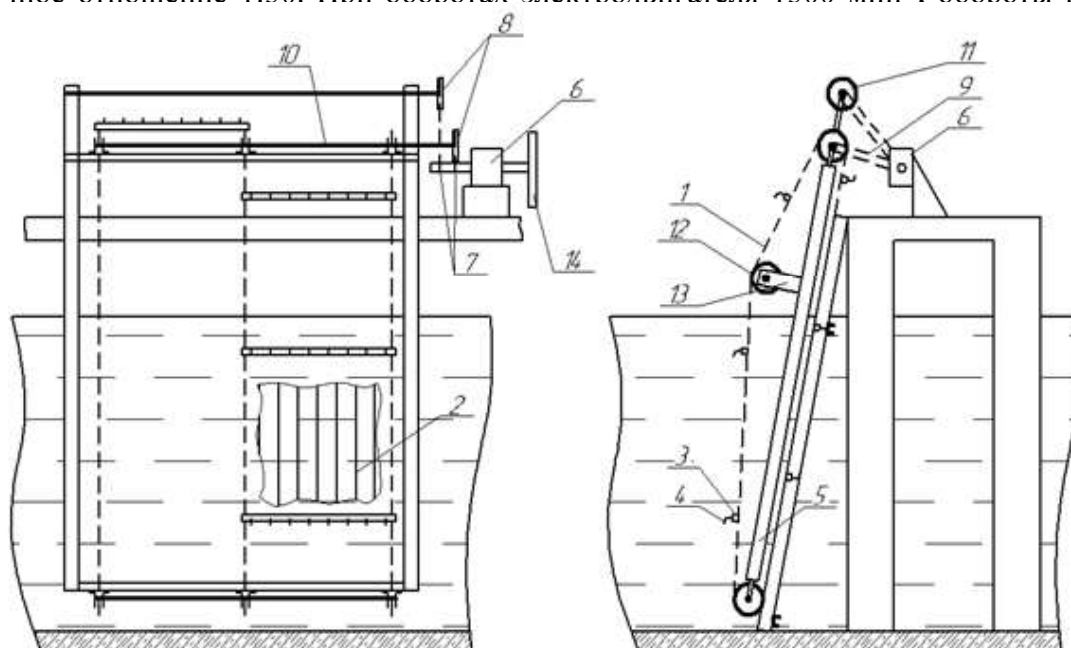


Рис. 3. Схема сороочистного устройства транспортёрного типа





из редуктора – 30 мин⁻¹. Через звёздочки 7, 8 и цепную передачу 9 вращение передается на приводной вал 10 транспортёра 1. Передаточное отношение звёздочек 7 и 8 обеспечивает снижение частоты вращения привода вала с 30 до 20 мин⁻¹.

На приводном валу можно смонтировать колесо 14 для ручного протягивания транспортёра в случае заклинивания или при отсутствии электроэнергии. Для регулировки натяжения цепи транспортёра используется натяжное устройство 12 с регулировочными болтами 13. На кольчатых цепях закреплены полосы шириной 50 мм от зерноочистительного решета с отверстиями диаметром 10–12 мм, что обеспечивает тонкую очистку оросительной воды от наносов. Ширина захвата сороочистного устройства 2 м.

В течение поливного периода с мая по сентябрь сороочистное устройство периодически очищало аванкамеру НС № 4 от скопившегося наноса перед решетом. При этом определяли видовой состав наноса, его сухую массу и время очистки аванкамеры перед транспортёром.

Результаты исследований. Исследования в течение поливного периода с мая по сентябрь показали, что состав наноса и его количество в аванкамере различаются в зависимости от периода наблюдений (см. таблицу).

После заполнения канала водой из аванкамеры удаляли в основном остатки наземных растений (ветки, стебли, листья, кора и др.). Масса сухого наноса при очистке аванкамеры до поливов (30 мая) составила 15 кг. Полив орошаемого участка начался 1 июня. В начале первого полива (2 и 9 июня) из аванкамеры транспортёром удалили небольшую массу наноса такого же состава – 2 и 3 кг и время очистки составляло 8–10 мин. Кроме веток, стеблей и листьев растений 9 июня наблюдается цветение ряски.

При очистке аванкамеры во время второго полива 20 июня в оросительной воде за предыдущие 10 дней полива скопилось 14 кг наноса (рис. 4). В это время кроме веток, стеблей и листьев растений и ряски также наблюдается небольшое количество водорослей.

Максимальная масса наносов была зафиксировано во время третьего полива (5 и 21 июля) и при четвертом поливе (2 августа). Масса сухого наноса при очистке аванкамеры составила соответственно 17, 21 и 24 кг (см. таблицу, рис. 5). Время очистки аванкамеры увеличилось

Масса сухого наноса удалённого из аванкамеры транспортёром и его состав за поливной период

Дата	30.05	02.06	09.06	20.06	05.07	21.07	02.08	14.08	05.09	21.07
Состояние канала	Заполнение канала	Первый полив	Первый полив	Второй полив	Третий полив	После третьего полива	Четвертый полив	После четвёртого полива	После поливов	После третьего полива
Масса сухого наноса, кг	15	2	3	14	17	21	24	7	2	21
Состав наноса	Ветки, стебли и листья растений, ряска, водоросли, тина, пластик	Ветки, стебли и листья растений, ряска, водоросли, тина, пластик	Ветки, стебли и листья растений, ряска, водоросли, тина	Ветки, стебли и листья растений	Состав наноса	Ветки, стебли и листья растений, ряска, водоросли, тина, пластик	Ветки, стебли и листья растений, ряска, водоросли, тина, пластик	Ветки, стебли и листья растений, ряска, водоросли, тина	Ветки, стебли и листья растений	Ветки, стебли и листья растений, ряска, водоросли, тина, пластик



Рис. 4. Очистка аванкамеры от наноса 20 июня на насосной станции № 4

до 40–60 мин. В состав наноса входили ветки, стебли, листья, наблюдалось большое количество водорослей, тины, ряски, моллюска, а также немного бытового мусора (пластиковые бутылки, полиэтиленовые пакеты и др.)

После завершения четвертого полива (12 августа) и при проведении очистки аванкамеры (14 августа) масса сухого наноса снизилась до 7 кг, так как часть наноса опустилась на дно. К началу сентября аванкамера стала более чистой, так как большая часть наноса опустилась на дно и при очистке (5 сентября) транспортёром были удалены небольшие ветки, стебли и немного водорослей. Масса сухого мусора составила 2 кг.

После сброса воды из канала сороочистное устройство позволило очистить аванкамеру от затонувшего насоса за предыдущие периоды эксплуатации. Исследования за поливной период показали, что сороочистное устройство отвечает требованиям надёжности и работоспособности и обеспечивает очистку аванкамеры от наноса, однако необходимо провести его усовершенствование.

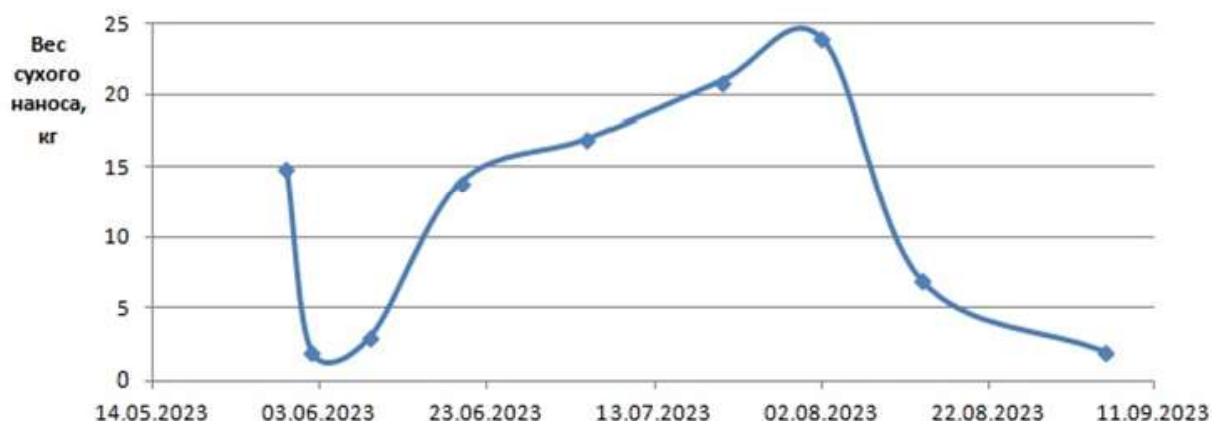


Рис. 5. Изменение массы сухого наноса, удалённого из аванкамеры транспортёром на НС № 4, за поливной период

В результате исследования было установлено, что недостаточно вылета транспортёра над приёмником наноса. Часть наноса снова падает в аванкамеру. Также требуется ручная доочистка скребков и пластин зерноочистительного решета. Необходимо внести изменение в конструкцию устройства, сделать так, чтобы транспортёр имел поворот рамы над мостиком и нанос и водо-



росли полностью сбрасывались в приёмник наноса. Так как приводная цепь в конце поливного сезона ослабевает, поэтому требуется разработать механизм её натяжения.

Заключение. Разработано сороочистное устройство транспортёрного типа, которое показало надёжную работу в течение поливного сезона и позволило механизировать процесс очистки аванкамеры подкачивающей насосной станции от разнообразного плавучего наноса. Определён видовой состав наносов и масса сухого наноса, удалённого с аванкамеры в различные периоды поливного сезона. За поливной сезон с мая по сентябрь транспортёром шириной захвата 2 м удалено 105 кг сухого наноса в виде веток, стеблей и листьев растений, водорослей, ряски, тины, а также бытового и строительного мусора. Сороочистное устройство обеспечило снижение времени и трудовых затрат по очистке аванкамеры насосной станции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нагорный В.А. Основы водосбережения при орошении в Саратовской области. Саратов, 2001. 153 с.
2. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 304 с.
3. Провести исследования, изготовить и испытать сороочистное устройство транспортерного типа на водозаборе насосной станции: отчет о НИР по теме 2.2.2 / ВолжНИИГиМ. Энгельс, 2022. 57 с.
4. Багров М.И., Кружилин И.П. Оросительные системы и их эксплуатация. М., 1978.
5. Касицин В.С., Разумовский Л.А. Устройство для очистки воды от сора // Гидротехника и мелиорация. 1985. № 12. С. 21–26.
6. Абдразаков Ф. К., Логашов Д. В. Анализ работы насосных станций Комсомольской и Приволжской оросительных систем, недостатки и пути их совершенствования // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 67–71.
7. Горбачева М.П. Очистка оросительных каналов от растительного мусора // «Вавиловские чтения – 2005»: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 118-й годовщине со дня рождения академика Н. И. Вавилова. Саратов, 2005. С. 39–40.
8. Рыжко Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин. Саратов, 2009. 176 с.
9. Шигаев В.И., Угнавый В.Л. Влияние качества оросительной воды на работу дождевальной машины «Фрегат» // Совершенствование мелиоративных систем способов и техники полива сельскохозяйственных культур в Поволжье: сб. науч. тр. М., 1977. С. 96–102.

REFERENCES

1. Nagorny V.A. Fundamentals of water conservation in irrigation in the Saratov region. Saratov, 2001. 153 p. (In Russ.).
2. Land reclamation complex of the Russian Federation: information. edition. Moscow, 2020. 304 p. (In Russ.).
3. Conduct research, manufacture and test a conveyor-type waste treatment device at the water intake of a pumping station: research report on topic 2.2.2 / VolzhNIIGiM. Engels, 2022. 57 p. (In Russ.).
4. Bagrov M.I., Kruzhilin I.P. Irrigation systems and their operation. Moscow, 1978. (In Russ.).
5. Kasitsin V.S., Razumovsky L.A. Device for purifying water from debris. *Hydrotechnics and land reclamation*. 1985;12:21–26. (In Russ.).
6. Abdrazakov F.K., Logashov D.V. Analysis of the operation of pumping stations of the Komsomolsk and Volga irrigation systems, shortcomings and ways to improve them. *The Agrarian Scientific Journal*. 2020;6:67–71. (In Russ.).
7. Gorbacheva M.P. Cleaning irrigation canals from plant debris. *Vavilov Readings – 2005*. Saratov, 2005:39–40. (In Russ.).
8. Ryzhko N.F. Improving rain-forming devices for multi-support sprinklers. Saratov, 2009. 176 p. (In Russ.).
9. Shigaev V.I., Ugnavy V.L. The influence of the quality of irrigation water on the operation of the Fregat sprinkler. *Improving reclamation systems, methods and techniques for watering agricultural crops in the Volga region*. Moscow, 1977:96–102. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 6.05.2023; одобрена после рецензирования 26.05.2023; принята к публикации 3.06.2023.
The article was submitted 6.05.2023; approved after reviewing 26.05.2023; accepted for publication 3.06.2023.